

JP2001036187

Publication Title:

DRIVE CIRCUIT FOR LASER DIODE AND OPTICAL INFORMATION PROCESSOR

Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To apply a drive circuit for laser diode and an optical information processor to, e.g. a phase shift type optical disk drive and to drive a laser diode at a high speed by effectively avoiding increase in power consumption.

SOLUTION: A drive current generated by a differential pair 3 and 4 after amplified by current mirror circuits 12, 13, 14, and 15 is passed via impedance converting circuits 22, 23, and 24 and the laser diode 5 is driven.

Data supplied from the esp@cenet database - <http://ep.espacenet.com>

(11)特許出願公開番号
特開2001-36187
(P2001-36187A)

(43)公開日 平成13年2月9日(2001.2.9)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコ-ド*(参考)
H 0 1 S 5/062		H 0 1 S 3/18	6 3 1 5 D 1 1 9
G 1 1 B 7/125		G 1 1 B 7/125	B 5 F 0 7 3

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全 7 頁)

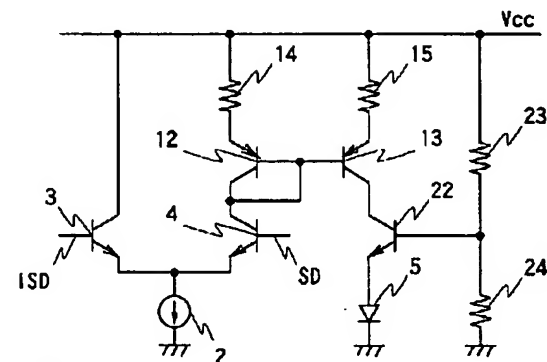
(21)出願番号	特願平11-207108	(71)出願人	000002185 ソニー株式会社 東京都品川区北品川6丁目7番35号
(22)出願日	平成11年7月22日(1999.7.22)	(72)発明者	長良 徹 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
		(74)代理人	100102185 弁理士 多田 繁範 Fターム(参考) 5D119 AA37 BA01 DA01 DA05 FA05 HA36 HA68 5F073 BA06 EA14 EA29 CA24 CA38

(54)【発明の名称】 レーザダイオードの駆動回路及び光情報処理装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、レーザーダイオードの駆動回路及び光情報処理装置に関し、例えば相変化型光ディスク装置に適用して、消費電力の増大を有効に回避して高速度でレーザーダイオードを駆動することができるようにする。

【解決手段】 本発明は、差動対3、4による駆動電流をカレントミラー回路12、13、14、15により増倍した後、インピーダンス変換回路22、23、24を介してレーザーダイオード5を駆動する。



21: 驅動回路

【特許請求の範囲】

【請求項1】駆動信号に応じて相補的にコレクタ電流を可変する差動対トランジスタと、
前記差動対トランジスタの一方のコレクタ電流を所定倍率により出力するカレントミラー回路と、
前記カレントミラー回路の出力電流によりレーザーダイオードを駆動するインピーダンス変換回路とを備えることを特徴とするレーザーダイオードの駆動回路。

【請求項2】前記インピーダンス変換回路は、ベース接地型のトランジスタ回路であることを特徴とする請求項1に記載のレーザーダイオードの駆動回路。

【請求項3】レーザーダイオードより出射されるレーザービームにより情報記録媒体をアクセスする光情報処理装置において、

駆動信号に応じて相補的にコレクタ電流を可変する差動対トランジスタと、

前記差動対トランジスタの一方のコレクタ電流を所定倍率により出力するカレントミラー回路と、

前記カレントミラー回路の出力電流によりレーザーダイオードを駆動するインピーダンス変換回路とを備えることを特徴とする光情報処理装置。

【請求項4】前記インピーダンス変換回路は、ベース接地型のトランジスタ回路であることを特徴とする請求項3に記載の光情報処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、レーザーダイオードの駆動回路及び光情報処理装置に関し、例えば相変化型光ディスク装置に適用することができる。本発明は、差動対による駆動電流をカレントミラー回路により増倍した後、インピーダンス変換回路を介してレーザーダイオードを駆動することにより、消費電力の増大を有効に回避して高速度でレーザーダイオードを駆動することができるようにする。

【0002】

【従来の技術】従来、相変化型光ディスク装置等においては、例えばカレントミラー回路構成の駆動回路によりレーザーダイオードを駆動することにより、光ディスクをアクセスするようになされている。

【0003】すなわち図5は、この種の駆動回路の基本的な構成を示すブロック図である。この駆動回路1は、エミッタを定電流源2に接続してトランジスタ3及び4により差動対を構成すると共に、これらのトランジスタ3及び4をそれぞれ駆動信号の反転信号 \overline{ISD} 及び駆動信号 SD により駆動する。これによりこの駆動回路1は、駆動信号 SD に応じてトランジスタ3及び4のコレクタ電流を相補的に可変し、トランジスタ4のコレクタ電流によりレーザーダイオード5を駆動するようになされている。

【0004】ところでこの駆動回路1においては、トラ

ンジスタ3及び4のコレクタ電流がトランジスタ3のベース電圧に応じて相補的に変化することにより、レーザーダイオード5からレーザービームを出射していない場合でも、レーザービームを出射している場合とほぼ同一の電力を消費する。

【0005】このためこの種の駆動回路においては、カレントミラー回路を付加して差動対の消費電流を低減する構成も採用されている。

【0006】すなわち図5について上述した駆動回路1と同一の構成に対応する符号を付して図6に示すように、この駆動回路11においては、トランジスタ4のコレクタにトランジスタ12及び13によるカレントミラー回路を配置し、これらトランジスタ12及び13のコレクタ抵抗14及び15の設定により、トランジスタ12及び13におけるコレクタ電流の比を所定倍率 n に設定する。

【0007】駆動回路11においては、このトランジスタ13のコレクタ電流によりレーザーダイオード5を駆動し、これによりレーザーダイオード5の駆動電流に比して差動対の消費電流を低減し、その分全体の消費電力を低減するようになされている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】ところで光ディスク装置においては、レーザービームの波長を短波長化することにより記録密度を向上することができる。この場合、従来の光ディスク装置が波長650～780〔nm〕のレーザービームにより光ディスクをアクセスするのにに対し、例えば波長500〔nm〕のレーザービームにより光ディスクをアクセスすれば、その分光ディスクの記録密度を向上することができる。

【0009】ところがこのような短波長のレーザーダイオードにあっては、抵抗が大きなものが一般的であり、その分従来の長波長のレーザーダイオードに比して駆動に要する電圧を増大させる必要がある。これにより駆動回路にあっては、その分電源電圧を増大させる必要がある。因みに、従来のレーザーダイオード5は、抵抗値が数〔 Ω 〕であるのに対し、窒化ガリウム（GaN）による短波長のレーザーダイオードにあっては、抵抗値が20～30〔 Ω 〕である。

【0010】これにより図5について上述したような駆動回路1にあっては、駆動回路1における消費電力が増大し、駆動回路1が著しく発熱する問題がある。

【0011】これに対して図6について上述したようなカレントミラー回路を付加した駆動回路11においては、高速度で駆動することが困難になる問題がある。

【0012】すなわち図7に示すようなエミッタ接地型のトランジスタ回路について検討すると、このトランジスタの等化回路は、 C_{μ} により寄生容量を表して図8に示すように表される。なおここで図7において、 R_L はコレクタ抵抗、 r_E はエミッタ抵抗をとし、 v_{in} は入力

電圧である。

【0013】ここでベース電流 i_1 、定電流源の電流 i_3 にあつては、ベースエミッタ間抵抗 r_π 、ベースエミッタ間電圧 v_1 、相互コンダクタンス g_m を用いて、次式により表すことができる。

【0014】

【数1】

$$i_1 = \frac{v_1}{r_\pi}$$

$$i_3 = g_m v_1 \quad \dots (1)$$

【0015】これによりエミッタ電流 i_2 及びエミッタ電圧 v_2 は、次式により示される。

【0016】

【数2】

$$i_2 = i_1 + i_3 = \left(\frac{1}{r_\pi} + g_m \right) v_1$$

$$v_2 = i_2 r_E$$

$$= \left(\frac{1}{r_\pi} + g_m \right) r_E v_1 \quad \dots (2)$$

【0017】従つてこの(2)式より入力電圧 v_{in} 、出力電圧 v_{out} を次式により表すことができる。

【0018】

【数3】

$$v_{in} = v_1 + \left(\frac{1}{r_\pi} + g_m \right) r_E v_1$$

$$v_{out} = -g_m R_L v_1 \quad \dots (3)$$

【0019】従つてこれらの関係式より、入力電圧 v_{in} 及び出力電圧 v_{out} 間の電位差 $v_{in} - v_{out}$ 、またベース電圧 v_1 とベース電流 i_1 との関係式を次式により表すことができる。

【0020】

【数4】

$$v_{in} - v_{out} = \left\{ 1 + \left(\frac{1}{r_\pi} + g_m \right) r_E + R_L g_m \right\} v_1$$

$$\frac{i_1}{v_1} = \left\{ 1 + \left(\frac{1}{r_\pi} + g_m \right) r_E + R_L g_m \right\} C_\pi \quad \dots (4)$$

【0021】これによりベース側より見た寄生容量 C_π は次式により表され、トランジスタの寄生容量が見かけ上、負荷抵抗 R_L により増大することが判る。

【0022】

【数5】

$$C_\pi = \left\{ 1 + \left(\frac{1}{r_\pi} + g_m \right) r_E + R_L g_m \right\} C_\pi \quad \dots (5)$$

【0023】ここで(3)式より、入力インピーダンス r_{in} 、入力電流 i_{in} を用いて、入力電圧 v_{in} は、次式により表すことができる。

【0024】

【数6】

$$v_{in} = r_{in} i_{in} + v_1 + \left(\frac{1}{r_\pi} + g_m \right) r_E v_1 \quad \dots (6)$$

【0025】ここで(6)式に $v_1 = i_{in} r_\pi / (1 + C_\pi r_\pi s)$ を代入すれば、次式の関係式を得ることができる。

【0026】

【数7】

$$v_{in} = r_{in} i_{in} + \left\{ 1 + \left(\frac{1}{r_\pi} + g_m \right) r_E \right\} i_{in} \frac{r_\pi}{1 + C_\pi r_\pi s} \quad \dots (7)$$

【0027】これにより(7)式を整理して、伝達関数 $T(s)$ を求めることができる。

【0028】

【数8】

$$\frac{v_{in}}{i_{in}} = r_{in} + \left\{ 1 + \left(\frac{1}{r_\pi} + g_m \right) r_E \right\} \frac{r_\pi}{1 + C_\pi r_\pi s} \quad \dots (8)$$

【0029】

【数9】

$$\begin{aligned} T(s) &= \frac{\frac{r_\pi}{1 + C_\pi r_\pi s}}{r_{in} + \left\{ 1 + \left(\frac{1}{r_\pi} + g_m \right) r_E \right\} \frac{r_\pi}{1 + C_\pi r_\pi s}} \\ &= \frac{r_\pi}{r_{in} (1 + C_\pi r_\pi s) + \left\{ 1 + \left(\frac{1}{r_\pi} + g_m \right) r_E \right\} r_\pi} \\ &= \frac{r_\pi}{r_{in} + r_\pi + \frac{1}{r_\pi} + g_m r_E r_\pi + C_\pi r_\pi r_{in}} \end{aligned} \quad \dots (9)$$

【0030】この(9)式を変形して次式の関係式が得られることにより、カットオフ周波数 ω_h は、(11)式により表すことができる。

【0031】

【数10】

$$T(s) = \frac{1}{1 + \frac{C_\pi r_\pi r_{in}}{r_{in} + r_\pi + \left(\frac{1}{r_\pi} + g_m \right) r_E r_\pi}} \quad \dots (10)$$

【0032】

【数11】

$$\omega = \frac{r_{in} + r_{\pi} + \left(\frac{1}{r_{\pi}} + g_o \right) r_i r_{\pi}}{C_{\mu} r_{in} r_{\pi}}$$

$$= \frac{1}{C_{\mu} r_{in}} \cdot \frac{r_{in} + \left(1 + \left(\frac{1}{r_{\pi}} + g_o \right) r_i \right) r_{\pi}}{R_L g_o r_{\pi} + \left(1 + \left(\frac{1}{r_{\pi}} + g_o \right) r_i \right) r_{\pi}}$$

..... (11)

【0033】これにより負荷抵抗 R_L が増大すると、カットオフ周波数 ω が低下し、抵抗値の大きな短波長レーザーダイオードは、高速度で駆動することが困難になることがわかる。

【0034】図5に、従来の長波長レーザーダイオードは、抵抗値が数 $[\Omega]$ であるのに対し、窒化ガリウム(GaN)による短波長レーザーダイオードは、抵抗値が20~30 $[\Omega]$ である。これにより図5の駆動回路1の場合、レーザーダイオードを最大電流200[mA]により駆動する場合、消費電力は0.5[W]程度で済むものが、短波長レーザーダイオードでは、同一の電流で駆動して2[W]程度の電力消費となる。

【0035】これに対して図6のカレントミラー回路を有する駆動回路11にあっては、長波長レーザーダイオードの場合には、2[nsec]程度の短い時間で光量を立ち上げるようにレーザーダイオードを駆動できるのに対し、短波長レーザーダイオードの場合には、光量の立ち上げに10[nsec]程度は時間を要することになる。

【0036】本発明は以上の点を考慮してなされたもので、消費電力の増大を有効に回避して高速度でレーザーダイオードを駆動することができるレーザーダイオードの駆動回路及び光情報処理装置を提案しようとするものである。

【0037】

【課題を解決するための手段】かかる課題を解決するため請求項1又は請求項3に係る発明においては、レーザーダイオードの駆動回路及び光情報処理装置に適用して、駆動信号に応じて相補的にコレクタ電流を可変する差動対トランジスタと、この差動対トランジスタの一方のコレクタ電流を所定倍率により出力するカレントミラー回路と、このカレントミラー回路の出力電流によりレーザーダイオードを駆動するインピーダンス変換回路とを備えるようにする。

【0038】請求項1又は請求項3の構成によれば、駆動信号に応じて相補的にコレクタ電流を可変する差動対トランジスタと、この差動対トランジスタの一方のコレクタ電流を所定倍率により出力するカレントミラー回路とを備えることにより、レーザーダイオードを駆動する電流に比して差動対で消費する電流を低減することができる。その分消費電力の増大を有効に回避することができる。さらにこのカレントミラー回路の出力電流によりレ

ーザーダイオードを駆動するインピーダンス変換回路を備えることにより、レーザーダイオードの抵抗が高い場合でも、カットオフ周波数の低下を防止することができる。その分高速度でレーザーダイオードを駆動することができる。

【0039】

【発明の実施の形態】以下、適宜図面を参照しながら本発明の実施の形態を詳述する。

【0040】(1) 実施の形態の構成

図1は、本発明の実施の形態に係る駆動回路を示す接続図である。この実施の形態に係る光ディスク装置においては、この駆動回路21により窒化ガリウムによるレーザーダイオード5を駆動して光ディスクをアクセスする。

【0041】このレーザーダイオード5の駆動において、この駆動回路21においては、トランジスタ22、抵抗23及び24によるインピーダンス変換回路を介してカレントミラー回路の出力電流をレーザーダイオード5に供給する。なおこの図1に示す構成において、図5及び図6の駆動回路1及び11と同一の構成は、同一の符号を付して示し、重複した説明は省略する。

【0042】すなわち駆動回路21は、差動対トランジスタ3及び4において、駆動信号SDに応じて相補的にコレクタ電流を可変し、トランジスタ12及び13によるカレントミラー回路により、差動対トランジスタ4のコレクタ電流を所定倍率により出力する。駆動回路21は、このカレントミラー回路及びレーザーダイオード5にそれぞれエミッタ及びコレクタを接続してトランジスタ22が配置され、このトランジスタ22のベースが抵抗23及び24により所定電圧にバイアスされる。これにより駆動回路21は、トランジスタ22、抵抗23及び24によりベース接地型のトランジスタ回路を構成し、このトランジスタ回路によりインピーダンス変換回路を構成する。

【0043】(2) 実施の形態の動作

以上の構成において、駆動回路21においては、差動対トランジスタ3及び4が駆動信号SD及び駆動信号SDの反転信号ISDによる差動信号により駆動され、これにより駆動信号SDに応じて相補的にトランジスタ3及び4のコレクタ電流が変化する。駆動回路21においては、この差動対トランジスタ3及び4のうちの、一方のトランジスタ4のコレクタ電流がトランジスタ12及び13によるカレントミラー回路により所定倍率だけ増倍され、このカレントミラー回路の出力電流がトランジスタ22によるインピーダンス変換回路を介してレーザーダイオード5に供給される。

【0044】これによりこの駆動回路21では、駆動信号SDに応じた駆動電流によりレーザーダイオード5を駆動することができる。

【0045】このときこの駆動回路21においては、差

動対トランジスタのコレクタ電流がカレントミラー回路により増倍されてレーザーダイオード5が駆動されることにより、この差動対における消費電流を低減することができ、その分駆動回路全体としての消費電力が低減され、さらにその分発熱が防止される。

【0046】具体的に、図5について上述したと同一の条件によりレーザーダイオード5を駆動するとして、トランジスタ22を配置したことにより、このトランジスタ22のコレクタエミッタ間電圧 V_{ce} の分だけ電源電圧 V_{CC} を増大させても、消費電力を10〔W〕程度に保持することができ、これにより消費電力の増大を有効に回避することができる。

【0047】またこのトランジスタ22によるインピーダンス変換回路によりカレントミラー側より見た負荷インピーダンスを低減することができ、その分カットオフ周波数の低減を防止して高速度でレーザーダイオード5を駆動することができる。

【0048】すなわちこのトランジスタ22にあっては、図2に示すように簡略化して示すことができ、その等化回路を図3のように表すことができる。

【0049】ここでこの等化回路より、次式の関係式を得ることができる。

【0050】

【数12】

$$i_{in} + \frac{v_1}{Z_{\pi}} + g_m v_1 = 0 \quad \dots (12)$$

【0051】但し、ベースエミッタ間容量を C_{π} において、 Z_{π} を次式により表す。

【0052】

【数13】

$$Z_{\pi} = \frac{r_{\pi}}{1 + s C_{\pi} r_{\pi}} \quad \dots (13)$$

【0053】この(12)式を変形して、次式の関係式を得ることができる。

【0054】

【数14】

$$i_{in} = - \left(\frac{1}{r_{\pi}} + s C_{\pi} + g_m \right) v_1 \quad \dots (14)$$

【0055】また出力電流 i_{out} については、 $i_{out} = -g_m v_1$ の関係式で表されることにより、この関係式を用いて(14)式より入力電圧 v_1 を消去することにより、伝達特性を次式により表すことができる。

【0056】

【数15】

$$\begin{aligned} \frac{i_{out}}{i_{in}} &= \frac{g_m}{\frac{1}{r_{\pi}} + s C_{\pi} + g_m} \\ &= \frac{1}{\frac{1}{r_{\pi}} + s \frac{C_{\pi}}{g_m} + 1} \\ &= \frac{r_{\pi} g_m}{1 + r_{\pi} g_m} \cdot \frac{1}{1 + s \frac{C_{\pi}}{g_m} \cdot \frac{r_{\pi} g_m}{1 + r_{\pi} g_m}} \quad \dots (15) \end{aligned}$$

【0057】ここで(15)式において、 $r_{\pi} g_m = \beta$ と置けば、次式の関係式を得ることができる。

【0058】

【数16】

$$\frac{i_{out}}{i_{in}} = \frac{\beta}{1 + \beta} \cdot \frac{1}{1 + s \frac{C_{\pi}}{g_m} \cdot \frac{\beta}{1 + \beta}} \quad \dots (16)$$

【0059】さらに $\beta / (1 + \beta) \approx 1$ と近似できることにより、(16)式は、次式により表すことができる。

【0060】

【数17】

$$\frac{i_{out}}{i_{in}} = \frac{1}{1 + s \frac{C_{\pi}}{g_m}} \quad \dots (17)$$

【0061】これにより伝達特性のカットオフを高い周波数に設定できることが判る。

【0062】すなわちこのトランジスタ回路の入力インピーダンスに関しては、次式の関係式を得ることができる。

【0063】

【数18】

$$i_{in} + \frac{v_1}{Z_{\pi}} + g_m v_1 = 0 \quad \dots (18)$$

【0064】これを解いて、次式の関係式を得ることができる。

【0065】

【数19】

$$\begin{aligned} i_{in} &= - \left(\frac{1}{Z_{\pi}} + g_m \right) v_1 \\ v_{in} &= v_1 + \frac{v_1}{Z_{\pi}} r_b = \left(1 + \frac{r_b}{Z_{\pi}} \right) v_1 \quad \dots (19) \end{aligned}$$

【0066】従って入力インピーダンスは、次式により表すことができる。

【0067】

【数20】

$$\frac{v_{in}}{i_{in}} = -\frac{1 + \frac{r_b}{z\pi}}{\frac{1}{z\pi} + g_a} = -\frac{z\pi + r_b}{1 + g_a r\pi} \quad \dots\dots (20)$$

【0068】ここで、 $z\pi \approx r\pi$ であるとして、(20)式に $z\pi = r\pi$ を代入すると、次式の関係式を得ることができる。

【0069】

【数21】

$$\frac{v_{in}}{i_{in}} = -\frac{r\pi + r_b}{1 + g_a r\pi} \quad \dots\dots (21)$$

【0070】従って $g_a r\pi = \beta$ を代入して、次式の関係式を得ることができる。

【0071】

【数22】

$$\frac{v_{in}}{i_{in}} = -\frac{\beta}{1 + \beta} \cdot \frac{1}{g_a} \cdot \frac{r_b}{1 + \beta} \quad \dots\dots (22)$$

【0072】ここで $\beta / (1 + \beta) \approx 1$ であることから、(22)式は、次式により表すことができる。

【0073】

【数23】

$$\frac{v_{in}}{i_{in}} = -\frac{1}{g_a} \cdot \frac{r_b}{1 + \beta} \quad \dots\dots (23)$$

【0074】従ってこのトランジスタ回路の入力インピーダンスは、ほぼ $1/g_a$ となる。これにより(11)の負荷抵抗 R_L に $1/g_a$ を代入すれば、インピーダンス変換回路を介挿したことによりカットオフ周波数 ω を次式により表すことができる。

【0075】

【数24】

$$\begin{aligned} \omega &= \frac{1}{C\mu r_{in}} \cdot \frac{r_{in} + \{1 + (\frac{1}{r\pi} + g_a) r_s\} r\pi}{\frac{1}{g_a} r\pi + \{1 + (\frac{1}{r\pi} + g_a) r_s\} r\pi} \\ &= \frac{1}{C\mu r_{in}} \cdot \frac{r_{in} + \{1 + (\frac{1}{r\pi} + g_a) r_s\} r\pi}{r\pi + \{1 + (\frac{1}{r\pi} + g_a) r_s\} r\pi} \end{aligned} \quad \dots\dots (24)$$

【0076】これによりカットオフ周波数 ω を高くできることが判る。従ってその分、レーザーダイオード5を高速度で駆動して、光ディスクを安定にアクセスすることが可能となる。

【0077】図4は、従来例と対比してこの駆動回路21による駆動結果を示す特性曲線図である。この特性曲線図は、レーザーダイオード5より出力されるレーザービームのモニタ結果であり、符号Lにより示す曲線がこの駆動回路21によるものであり、符号L1により示す

曲線が図6について上述した従来構成によるものである。これにより2〔nsec〕程度の短時間でレーザービームの光量を立ち上げ得ることが判る。

【0078】(3) 実施の形態の効果

以上の構成によれば、差動対による駆動電流をカレントミラー回路により増倍した後、インピーダンス変換回路を介してレーザーダイオードを駆動することにより、消費電力の増大を有効に回避して高速度でレーザーダイオードを駆動することができる。

【0079】(4) 他の実施の形態

なお上述の実施の形態においては、差動対トランジスタ3及び4を差動信号により駆動する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、一方のトランジスタのベース電圧を一定電圧に保持し、いわゆるシングルエンドの信号により駆動するようにしてもよい。

【0080】また上述の実施の形態においては、窒化ガリウムによるレーザーダイオードを駆動する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、種々のレーザーダイオードを駆動する場合に広く適用することができる。

【0081】また上述の実施の形態においては、本発明を光ディスク装置に適用する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、光ディスクと同様の情報記録媒体を有してなるカード状の光情報記録媒体をアクセスする場合等、種々の光情報処理装置に広く適用することができる。

【0082】

【発明の効果】上述のように本発明によれば、差動対による駆動電流をカレントミラー回路により増倍した後、インピーダンス変換回路を介してレーザーダイオードを駆動することにより、消費電力の増大を有効に回避して高速度でレーザーダイオードを駆動することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態に係る駆動回路を示す接続図である。

【図2】図1の駆動回路におけるインピーダンス変換回路を簡略化して示す接続図である。

【図3】図1の駆動回路におけるトランジスタ22の等化回路である。

【図4】図1の駆動回路による駆動結果を示す特性曲線図である。

【図5】従来の差動対による駆動回路を示す接続図である。

【図6】差動対にカレントミラー回路を付加した駆動回路を示す接続図である。

【図7】図6のカレントミラー回路を構成するトランジスタを周辺構成と共に簡略化して示す接続図である。

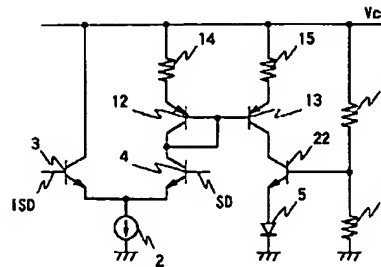
【図8】図7のトランジスタの等化回路を示す接続図である。

【符号の説明】

1、11、21……駆動回路、2……定電流源、3、

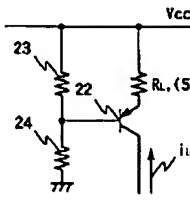
4、12、13、22……トランジスタ、14、15、 23、24……抵抗

【図1】

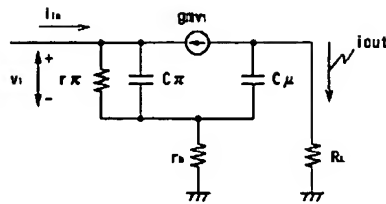


21: 駆動回路

【図2】

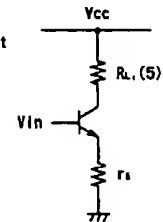


【図3】

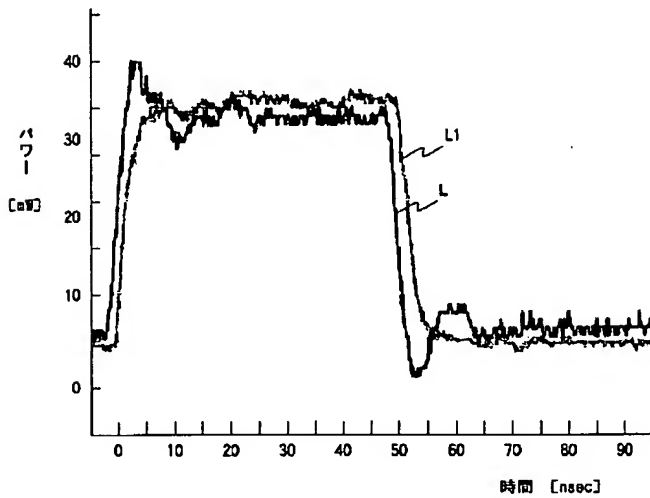


【図5】

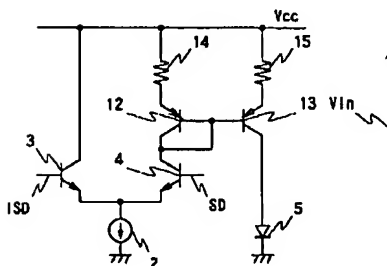
【図7】



【図4】



【図6】



11: 駆動回路

【図8】

